

スポット溶接のための経路決定とオフラインロボットティーチングに関する研究

80123442 松本大輔 指導教員 青山英樹

1. 緒論

近年、溶接や組立プロセスなど人間にとって厳しい作業は、産業用ロボットによって自動化されている。ロボットを自動化するには、所望の動作を教示し、動作プログラムを生成する必要がある。その教示方法として、動作経路を直接教示する手法¹⁾が一般的に用いられているが、実ラインを停止させる必要があり、その間生産が停止してしまう。また、実ラインにおけるティーチング時間の短縮を目的とした、コンピュータ上で教示データを生成するオフラインティーチングが利用されているが、画面上での数値入力やマウスなどを用いたロボット制御が難しく、オペレータは教示に多くの労力を費やすといった問題が指摘されている²⁾。

本研究では、バーチャルリアリティ（以下：VR）デバイスを用いることによって、3次元仮想空間でオペレータが直接ロボットを操作しながら移動経路を簡単に教示できるオフラインティーチングシステムを開発することを目的としている。同システムは、遺伝的アルゴリズム（以下：GA）に基づいて溶接経路を決定し、教示順にオペレータに提示する。

2. オフラインティーチングシステムの概要

本システムは、図1に示すように、3次元仮想空間を構築するとともにティーチングデータを生成するコンピュータ、オペレータを3次元仮想空間に配置する立体視装置（ヘッドマウントディスプレイ：HMD）、オペレータの手の動作を検出するデータグローブから構成される。HMDおよびデータグローブには、位置および姿勢を検出する磁気センサが設置されている。また、仮想空間内において物体の把持をオペレータに明確に認識させるため、小型振動モータをデータグローブに搭載し、物体を把持している間、データグローブに振動を与える。

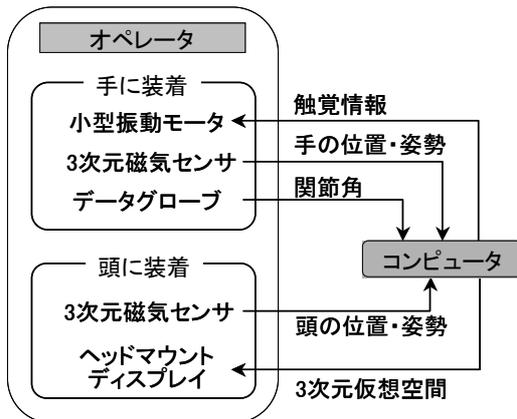


図1 システム構成

2.1 溶接対象モデルの構築(3次元CADデータの読み込み)

本システムでは、3次元CADシステムにより構築された溶接対象物モデルのSTL形式ファイルを読み込むことによ

り、仮想空間内に溶接対象物モデルを構築することが可能である。

2.2 溶接点の読み込みと溶接経路の提示

本システムは、設計において決定されている溶接点の座標値データファイルを読み込み、仮想空間に配置されている溶接対象物上に溶接点を表示することができる。また、GAを用いて溶接経路長が最短となる溶接順を決定し、教示作業中にオペレータに次の溶接点を順次示すことが可能である。この溶接経路の決定において用いるGAのGAパラメータは、実験計画法を利用して実験的に決定された最適値であり、これによりGAは高い溶接経路の探索能力を有している。図2は、GAにおける世代数と適合度の関係を表している。適合度は、溶接経路と障害物の状態で求められる。

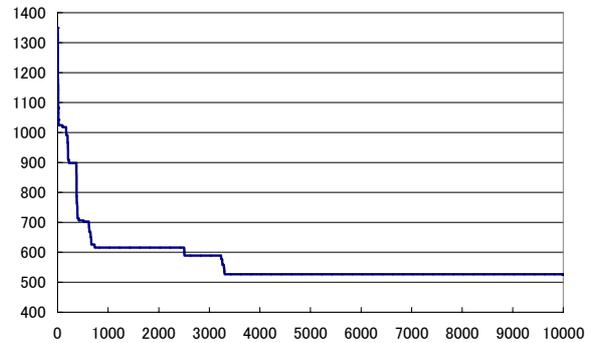


図2 世代数と適合度の関係

2.3 バーチャルハンド

オペレータの手の動作は、仮想空間内にバーチャルハンドで表現され、ロボットアームの任意の位置をバーチャルハンドで把持して、直接的に仮想空間内のロボットを操作し、動作位置を教示することができる。

2.4 バーチャルロボットの制御と教示データの生成

オペレータは、バーチャルハンドによりロボットアームの任意の位置を把持し動かすことができる。本システムは、その把持プロセスにおいて、把持判定機能により把持状態であると判定したロボットアームを取り囲むワイヤーフレームの色を変化させるとともに、振動モータを動作させることにより、オペレータに把持状態を認識させる。オペレータは、バーチャルハンドでロボットアームを把持し、所望の位置・姿勢へ制御することにより、教示作業を行うことができる。バーチャルハンドに設置された磁気センサから得られる位置・姿勢データを用いて、バーチャルロボットの各関節の位置と先端部の姿勢が教示データとして保存される。

2.5 ロボット動作確認

保存された教示データを用いて、ロボットアームの各関節角度が算出され、バーチャル空間におけるバーチャルロボットの動作確認・検証が可能である。

3. 開発したシステムの動作評価

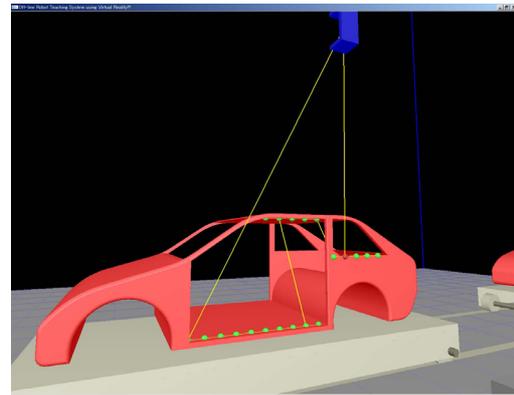
開発したシステムのティーチング機能の評価実験を行った。図3(a)は、GAによって溶接対象物の形状を考慮して決定された溶接経路を提示している。同図(b)は、指定されたスポット溶接位置にロボット先端を誘導している。これにより得られた教示データを用いて仮想空間にてロボットを動作させ、ロボットが教示動作を実行することを確認した。

4. 結論

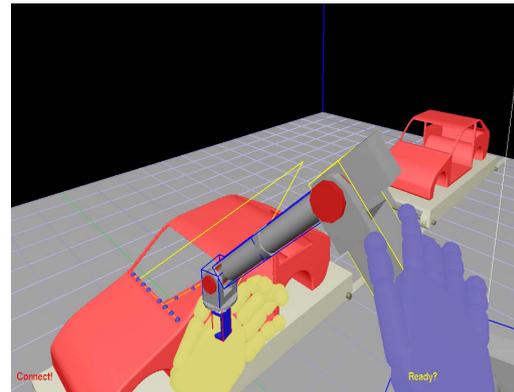
VRデバイスを用いて、オペレータが3次元仮想空間内でロボットアームを直接移動操作し、ロボット作業のための教示データを生成するシステムを構築した。同システムは、GAを用いて溶接経路を決定し、教示作業中にオペレータに順次提示する機能をもつ。さらに、作成した教示データを用いてロボットが指示通り動作することを実験により確認した。

参考文献

- 1) Marcelo H Ang Jr., Lin Wei, Lim Ser Yong : An Industrial Application of Control of Dynamic Behavior of Robots A Walk-Through Programmed Welding Robot, Proc. IEEE Int. Conf. on Rob. & Auto., 3(2000), 2352-2357.
- 2) 浅井知, 青山和夫 : 汎用シミュレータを用いた溶接オフラインティーチング, 溶接技術, 47, 11(1999), 102 - 107.



(a) GAによる経路決定



(b) ロボットアームの移動

図3 システムの評価